

**STRUTTURA COMPLESSA 06 “Dipartimento Provinciale della Provincia di Torino”  
Struttura Semplice 06.02 “Attività di Produzione”**

**OGGETTO: CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA CON  
UTILIZZO DEL LABORATORIO MOBILE NEL COMUNE DI RIVOLI, C.so Susa.  
RELAZIONE FINALE CAMPAGNA (3 Ottobre 3 Novembre 2008 –12 Giugno 13Luglio  
2009)**



<b>Redazione</b>	<b>Funzione: Assistente Tecnico Nome: Francesco Romeo</b>	<b>Data:</b>	<b>Firma:</b>
<b>Verifica e approvazione</b>	<b>Funzione: Dirigente titolare di incarico professionale presso la S.S. 06.02 Nome: Dott. Francesco Lollobrigida</b>	<b>Data:</b>	<b>Firma:</b>

La Stazione Mobile di rilevamento della qualità dell'aria è messa a disposizione dall'Area Ambiente, Parchi, Risorse Idriche e Tutela della Fauna della Provincia di Torino.

L'organizzazione della campagna di monitoraggio e la validazione dei dati sono state curate dai tecnici del Gruppo di Lavoro "Monitoraggio della Qualità dell'Aria" del Dipartimento di Torino di Arpa Piemonte: sig. Giacomo Castrogiovanni, dott.ssa Marilena Maringo, dott. Marco Pace, sig. Francesco Romeo, ing. Milena Sacco, coordinati dal Dirigente con incarico professionale Dott. Francesco Lollobrigida

Si ringrazia il personale degli Uffici Tecnici del Comune di Rivoli per la collaborazione prestata.

<b>CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO .....</b>	<b>4</b>
<b><i>L'aria e i suoi inquinanti .....</i></b>	<b>5</b>
<b><i>Il Laboratorio Mobile .....</i></b>	<b>7</b>
<b><i>Il quadro normativo .....</i></b>	<b>7</b>
<b>LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>10</b>
<b><i>Obiettivi della campagna di monitoraggio .....</i></b>	<b>11</b>
<b><i>Elaborazione dei dati meteorologici .....</i></b>	<b>13</b>
<b><i>Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici .....</i></b>	<b>19</b>
Biossido di zolfo .....	20
Monossido di carbonio .....	22
Ossidi d'azoto .....	24
Ozono .....	28
Benzene e toluene .....	35
Particolato sospeso (PM <sub>10</sub> ) .....	35
<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>39</b>
<b>APPENDICE – SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI .....</b>	<b>40</b>

## **CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO**

## **L'ARIA E I SUOI INQUINANTI**

Per inquinamento dell'aria si intende qualsiasi variazione nella sua composizione - determinata da fattori naturali e/o artificiali - dovuta all'immissione di sostanze la cui natura e concentrazione sono tali da costituire pericolo, o quantomeno pregiudizio, per la salute umana o per l'ambiente in generale.

Oggigiorno è analiticamente possibile identificare nell'atmosfera numerosissimi composti di varia origine, presenti in concentrazioni che variano dal nanogrammo per metro cubo ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) al microgrammo per metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

- emissioni veicolari;
- emissioni industriali;
- combustione da impianti termoelettrici;
- combustione da riscaldamento domestico;
- smaltimento rifiuti (inceneritori e discariche).

Le emissioni indicate generano innumerevoli sostanze che si disperdono nell'atmosfera. Si possono dividere tali sostanze in due grandi gruppi: al primo gruppo appartengono gli inquinanti emessi direttamente da sorgenti specifiche (inquinanti primari), al secondo quelli che si producono a causa dell'interazione di due o più inquinanti primari per reazione con i normali costituenti dell'atmosfera, con o senza fotoattivazione (inquinanti secondari).

Nella Tabella1 sono indicate le fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici.



La dispersione degli inquinanti nell'atmosfera è strettamente legata alla situazione meteorologica dei punti presi in esame; pertanto, per una completa caratterizzazione della qualità dell'aria in un determinato sito, occorre conoscere l'andamento dei principali parametri meteorologici (velocità e direzione del vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare).

Per una descrizione completa dei singoli inquinanti, dei danni causati e dei metodi di misura si rimanda alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2007", elaborata congiuntamente dal Dipartimento Ambiente della Provincia di Torino e da Arpa, ed inviata a tutte le Amministrazioni comunali della Provincia.

Alla medesima pubblicazione si rimanda per una descrizione approfondita dei fenomeni meteorologici e del significato delle grandezze misurate.

**Tabella 1**

<i>INQUINANTE</i>	<i>TRAFFICO AUTOVEICOLARE VEICOLI A BENZINA</i>	<i>TRAFFICO AUTOVEICOLARE VEICOLI DIESEL</i>	<i>EMISSIONI INDUSTRIALI</i>	<i>COMBUSTIONI FISSE ALIMENTATI CON COMBUSTIBILI LIQUIDI O SOLIDI</i>	<i>COMBUSTIONI FISSE ALIMENTATI CON COMBUSTIBILI GASSOSI</i>
<i>BIOSSIDO DI ZOLFO</i>					
<i>BIOSSIDO DI AZOTO</i>					
<i>BENZENE</i>					
<i>MONOSSIDO DI CARBONIO</i>					
<i>PARTICOLATO SOSPESO</i>					
<i>PIOMBO</i>					
<i>BENZO(a)PIRENE</i>					

 = fonti primarie  
 = fonti secondarie

**ARPA Piemonte - Ente di diritto pubblico**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**SC06 – Dipartimento Provinciale della Provincia di Torino**

SS02 – ATTIVITÀ DI PRODUZIONE

Via San Domenico 22/B - 10122 Torino – tel. 0112278724 / 725 - fax. 0112278600 – E-mail: dip.torino@arpa.piemonte.it

Il controllo dell'inquinamento atmosferico nel territorio provinciale viene realizzato attraverso le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

Le informazioni acquisite da tale rete sono integrate, laddove non siano presenti postazioni della rete fissa e si renda comunque necessaria una stima della qualità dell'aria, attraverso l'utilizzo di stazioni mobili gestite dalle sedi provinciali da Arpa Piemonte.

Il laboratorio mobile della Provincia di Torino è dotato di una stazione meteorologica e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, benzene, toluene e di campionatori di particolato atmosferico PM10, la cui concentrazione è determinata in laboratorio per via gravimetrica.

### ***IL QUADRO NORMATIVO***

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria prevede limiti per gli inquinanti quantitativamente più rilevanti dal punto di vista sanitario e ambientale.

La normativa quadro è rappresentata dal D.Lgs. 351/99 ed attuata, per i valori limite di alcuni inquinanti, dal D.M. 60/2002 e dal D. Lgs 183/2004. Detti limiti possono essere classificati in tre tipologie:

- **Valori limite annuale** per gli inquinanti biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), materiale particolato PM10, piombo (Pb) e benzene per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo.
- **Valori limite giornalieri o orari** per biossido di zolfo ossidi di azoto, PM10, e monossido di carbonio (CO), volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento
- **Soglie di allarme** per il biossido di zolfo, il biossido di azoto e l'ozono superate le quali può insorgere rischio per la salute umana, per cui le autorità competenti sono tenute ad adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme o comunque assumere tutti i provvedimenti del caso che devono comprendere sempre l'informazione ai cittadini.

**ARPA Piemonte - Ente di diritto pubblico**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**SC06 – Dipartimento Provinciale della Provincia di Torino**

**SS02 – ATTIVITÀ DI PRODUZIONE**

Via San Domenico 22/B - 10122 Torino – tel. 0112278724 / 725 - fax. 0112278600 – E-mail: dip.torino@arpa.piemonte.it

Per quanto riguarda il parametro ozono con il D.Lgs. n. 183 del 21 maggio 2004, pubblicato sul supplemento ordinario n. 127 alla Gazzetta Ufficiale 23 luglio 2004 n. 171, la normativa italiana ha recepito la direttiva 2002/3/CE, per cui sono state abrogate le disposizioni concernenti all'ozono previste dal D.P.C.M. 28/3/83, D.M. 15/4/94, D.M. 25/11/94 e dal D.M. 16/5/96.

Nei limiti riferiti alla prevenzione a breve termine sono previste soglie di informazione e di allarme come medie orarie. A lungo termine sono previsti obiettivi per la protezione della salute umana e della vegetazione calcolati sulla base di più anni di monitoraggio.

Nella Tabella 2 e Tabella3 sono indicati i valori di riferimento previsti dalla normativa attualmente vigente.

Per una descrizione più ampia del quadro normativo si rimanda ancora alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2006".

**Tabella 2: Valori limite per ozono e benzo(a)pirene**

INQUINANTE	LIMITE	PARAMETRO	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
Ozono espresso come O <sub>3</sub> (D.LGS 21/05/04 n.183)	SOGLIA DI INFORMAZIONE	media oraria	180 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	SOGLIA DI ALLARME	media oraria	240 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA	media su 8 ore massima giornaliera	120 µg/m <sup>3</sup> (1)	25 giorni per anno civile come media su 3 anni	2010
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m <sup>3</sup> *h come media su 5 anni (2)		2010
	OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m <sup>3</sup> *h (2)		
benzo(a)pirene	OBIETTIVO DI QUALITA' (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri (3)	1 ng/m <sup>3</sup> (4)	-	-

(1): La media mobile trascinata è calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli h-(h-8)

(2): Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m<sup>3</sup> e il valore di 80 µg/m<sup>3</sup>, rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00.

3): La frequenza di campionamento è pari a 1 prelievo ogni z giorni, ove z=3÷6; z può essere maggiore di 7 in ambienti rurali; in nessun caso z deve essere pari a 7.

(4): Il periodo di mediazione è l'anno civile (1 gennaio – 31 dicembre)

**ARPA Piemonte - Ente di diritto pubblico**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**SC06 – Dipartimento Provinciale della Provincia di Torino**

SS02 – ATTIVITÀ DI PRODUZIONE

Via San Domenico 22/B - 10122 Torino – tel. 0112278724 / 725 - fax. 0112278600 – E-mail: dip.torino@arpa.piemonte.it



**Tabella 3:-** Decreto Ministeriale n. 60 aprile 2002

INQUINANTE	LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO <sub>2</sub> )	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>	24 volte/anno civile	1-gen-05
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m <sup>3</sup>	3 volte/anno civile	1-gen-05
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>	--	19-lug-01
		inverno (1 ott+31 mar)			
Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m <sup>3</sup>	--	--	
BIOSSIDO DI AZOTO (NO <sub>2</sub> ) e OSSIDI DI AZOTO (NO <sub>x</sub> )	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	18 volte/anno civile	1-gen-10
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	--	1-gen-10
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m <sup>3</sup>	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>x</sub> )	--	19-lug-01
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-05
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-05
PARTICELLE (PM10) FASE 1	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	35 volte/anno civile	1-gen-05
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-05
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-10

**ARPA Piemonte - Ente di diritto pubblico**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**SC06 – Dipartimento Provinciale della Provincia di Torino**

**SS02 – ATTIVITÀ DI PRODUZIONE**

Via San Domenico 22/B - 10122 Torino – tel. 0112278724 / 725 - fax. 0112278600 – E-mail: dip.torino@arpa.piemonte.it

## ***CAPITOLO 2 LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO***

**ARPA Piemonte - Ente di diritto pubblico**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

**SC06 – Dipartimento Provinciale della Provincia di Torino**

**SS02 – ATTIVITÀ DI PRODUZIONE**

Via San Domenico 22/B - 10122 Torino – tel. 0112278724 / 725 - fax. 0112278600 – E-mail: dip.torino@arpa.piemonte.it

## **OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO**

La campagna di monitoraggio condotta nel Comune di Rivoli, promossa dalla Provincia di Torino in collaborazione con Arpa Piemonte Dipartimento Provinciale della Provincia di Torino, è stata effettuata in seguito alla richiesta del Comune (Vs. protocollo n°. 261248 del 10-04-2008, Ns. protocollo n° 111955 del 26-09-2008) in relazione all'inquinamento atmosferico prodotto dal traffico autoveicolare su C.so Susa, in seguito ad una deviazione dei flussi dal centro storico di Rivoli in C.so Susa originata dalla delimitazione della ZTL.

Nel corso del sopralluogo preliminare alla realizzazione della campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è stato individuato come idoneo al posizionamento della stazione mobile il seguente sito:

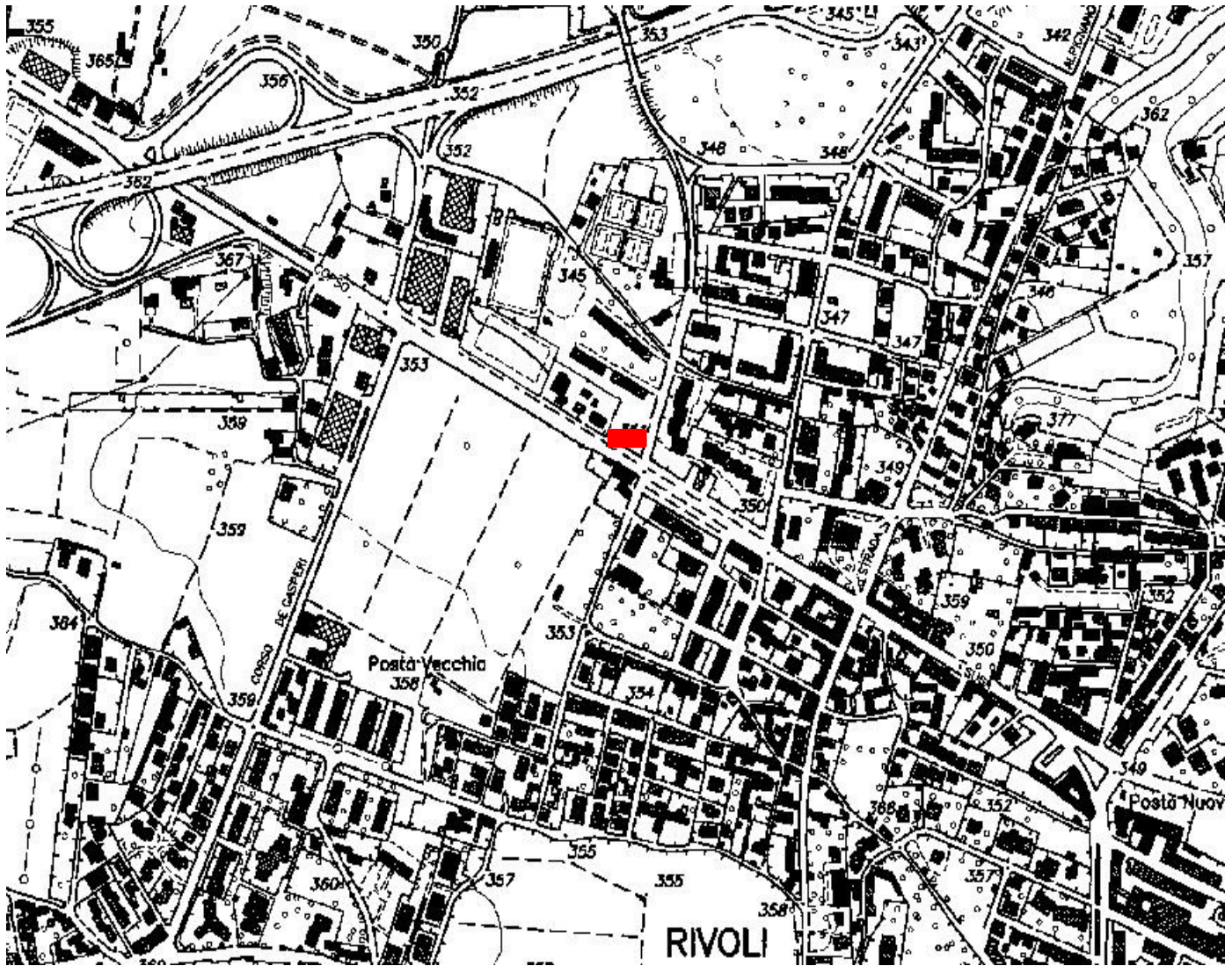
*C.so Susa (antistante al n° civico 81)*

In Figura 1 è riportata sulla cartografia del Comune di Rivoli l'indicazione del sito nel quale è stato posizionato il Laboratorio Mobile nel corso della campagna di monitoraggio.

Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso delle campagne effettuate con i Laboratori Mobili non permettono di effettuare una trattazione in termini statistici, secondo quanto previsto dalla normativa per la qualità dell'aria, ma forniscono un quadro, seppure limitato dal punto di vista temporale, della situazione di inquinamento atmosferico relativa ai siti in esame.

Una trattazione completa, secondo quanto previsto dalla normativa vigente (allegato X del D.M. 60/2002), dovrebbe prevedere, infatti, campagne di monitoraggio caratterizzate da una durata tale da comprendere almeno il 14% annuo di misurazioni (una misurazione in un giorno, scelto a caso, di ogni settimana in modo che le misure siano uniformemente distribuite durante l'anno oppure otto settimane di misurazione distribuite in modo regolare nell'arco dell'anno).

La prima campagna oggetto della presente relazione è stata condotta tra il **03 Ottobre e il 03 Novembre 2008**, di giorni 31, la seconda campagna è stata effettuata dal **12 Giugno al 13 Luglio 2009**, di giorni 32. Si rammenta che per ragioni tecniche le elaborazioni sono state effettuate considerando solo i giorni di campionamento completi e pertanto non vi è corrispondenza con le date di posizionamento e spostamento del laboratorio mobile.



**Figura 1** - Postazione di monitoraggio del Laboratorio Mobile

## ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI

Nelle pagine successive vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteorologici registrati durante il periodo di monitoraggio. In particolare per ognuno dei parametri determinati si riporta un diagramma che ne illustra l'andamento orario e una tabella riassuntiva che evidenzia i valori minimo, massimo e medio delle medie orarie, oltre alla percentuale dei dati validi.

I parametri meteorologici determinati sono elencati di seguito, unitamente alle rispettive abbreviazioni ed unità di misura:

P	pressione atmosferica	mbar
D.V.	direzione vento	gradi sessagesimali
V.V.	velocità vento	m/s
T	temperatura	°C
U.R.	umidità relativa	%
R.S.G.	radiazione solare globale	W/m <sup>2</sup>
R.S.N.	radiazione solare netta	W/m <sup>2</sup>

In termini generali, il regime di vento di Rivoli è influenzato nelle sue componenti direzionali dalla presenza della vicina Valle di Susa, la quale come ogni valle montana, è caratterizzata da un regime del vento caratteristico con ciclo giornaliero, fenomeno che dà origine alla brezza di valle e alla brezza di monte.

La brezza di valle è originata dal riscaldamento nelle ore diurne delle pareti dei monti per effetto dell'insolazione; l'aria adiacente alle pareti si riscalda a sua volta, forma cumuli e sale lungo i pendii e la valle. Questa brezza ascendente di aria calda è fortemente turbolenta, ha capacità di diluizione effettiva degli inquinanti e uno spessore notevole (circa 100 metri).

La brezza di monte è invece caratteristica delle ore notturne, durante le quali l'aria a contatto con la terra si raffredda e scivola verso la valle lungo il fianco delle montagne. Questa brezza discendente è una lama d'aria molto sottile (circa 10 metri di spessore) che scende lungo i fianchi delle montagne verso il centro della valle e poi si dirige verso lo sbocco della valle stessa con velocità che è funzione della pendenza del fondo valle.

Quando vi è una situazione di vento di valle che trascina in quota gli inquinanti vi è un rimescolamento rapido con le masse d'aria presenti in quota che disperdono gli inquinanti, situazione fondamentale per la pulizia dell'aria della valle.

È importante osservare che la configurazione e la direzione di tali brezze non sono necessariamente conformi con il vento di quota che sposta le masse d'aria su grande scala territoriale.

Il regime dei venti nel corso delle due campagne è sostanzialmente simile (Figure da 6 a 9) ed è determinato dalla combinazione di quello tipico della Valle di Susa con fenomeni di natura locale. Nelle ore diurne il vento proviene prevalentemente dalle direzioni comprese tra Est-NordEst e Sud-SudEst, mentre in quelle notturne le direzioni prevalenti sono comprese tra Ovest-NordOvest e Ovest-SudOvest. Nel corso sia della prima che della seconda campagna il sito di misura è stato interessato da fenomeni di fohn, con velocità del vento elevate, umidità relativa molto bassa e temperatura dell'aria relativamente alta.

**Tabella 5** – Radiazione solare globale (W/m<sup>2</sup>)

	Autunno	Estate
Minima media giornaliera	25.7	183.2
Massima media giornaliera	180.1	319.5
Media delle medie giornaliere	96.4	257.9
Giorni validi	25	24
Percentuale giorni validi	100%	75%
Media dei valori orari	96.4	256.2
Massima media oraria	629.3	941.0
Ore valide	767	622
Percentuale ore valide	100%	81%

**Tabella 6** – Radiazione solare netta (W/m<sup>2</sup>)

	Autunno	Estate
Minima media giornaliera	2.3	113.1
Massima media giornaliera	75.1	216.0
Media delle medie giornaliere	34	173.5
Giorni validi	32	24
Percentuale giorni validi	100%	75%
Media dei valori orari	34	172.6
Massima media oraria	687.7	739.8
Ore valide	767	624
Percentuale ore valide	100%	81%

**Tabella 7** – Temperatura (°C)

	Autunno	Estate
Minima media giornaliera	7.5	21.0
Massima media giornaliera	16.7	25.7
Media delle medie giornaliere	13.6	23.1
Giorni validi	32	24
Percentuale giorni validi	100%	75%
Media dei valori orari	13.6	23.1
Massima media oraria	22.6	31.4
Ore valide	768	623
Percentuale ore valide	100%	81%

**Tabella 8** – Umidità relativa (%)

	Autunno	Estate
Minima media giornaliera	22.9	26.1
Massima media giornaliera	92	64.1
Media delle medie giornaliere	69.5	52.5
Giorni validi	32	24
Percentuale giorni validi	100%	75%
Media dei valori orari	69.5	52.4
Massima media oraria	96.8	88.8
Ore valide	768	624
Percentuale ore valide	100%	81%

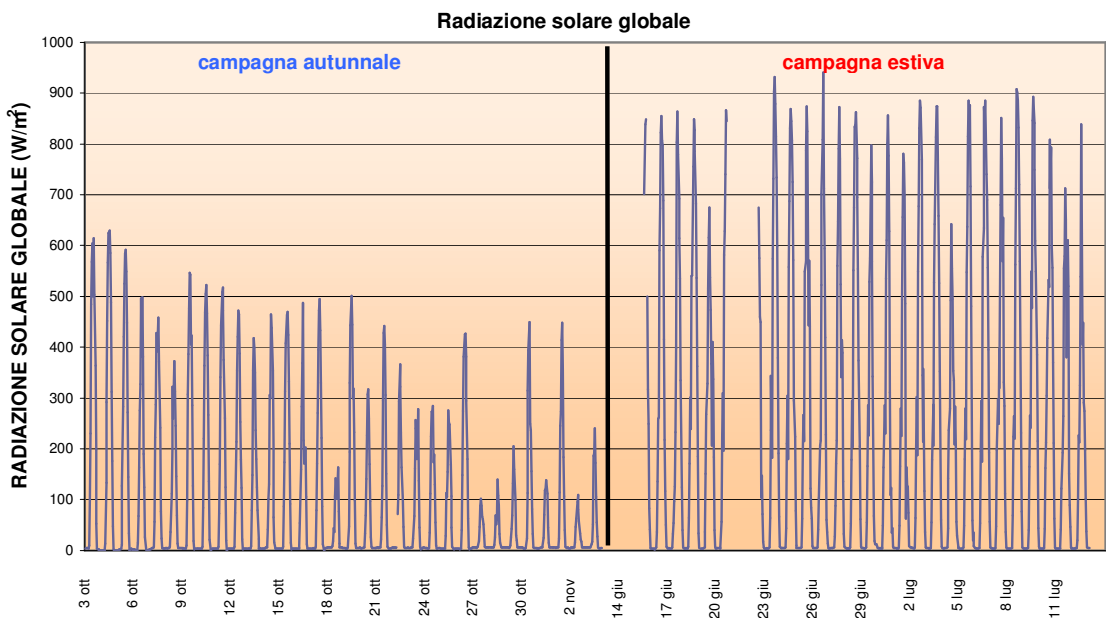
**Tabella 9** – Pressione atmosferica (mbar)

	Autunno	Estate
Minima media giornaliera	953.5	968.3
Massima media giornaliera	983	982.4
Media delle medie giornaliere	973.3	974.2
Giorni validi	26	24
Percentuale giorni validi	81%	75%
Media dei valori orari	973.4	974.5
Massima media oraria	984.7	984.2
Ore valide	646	624
Percentuale ore valide	84%	81%

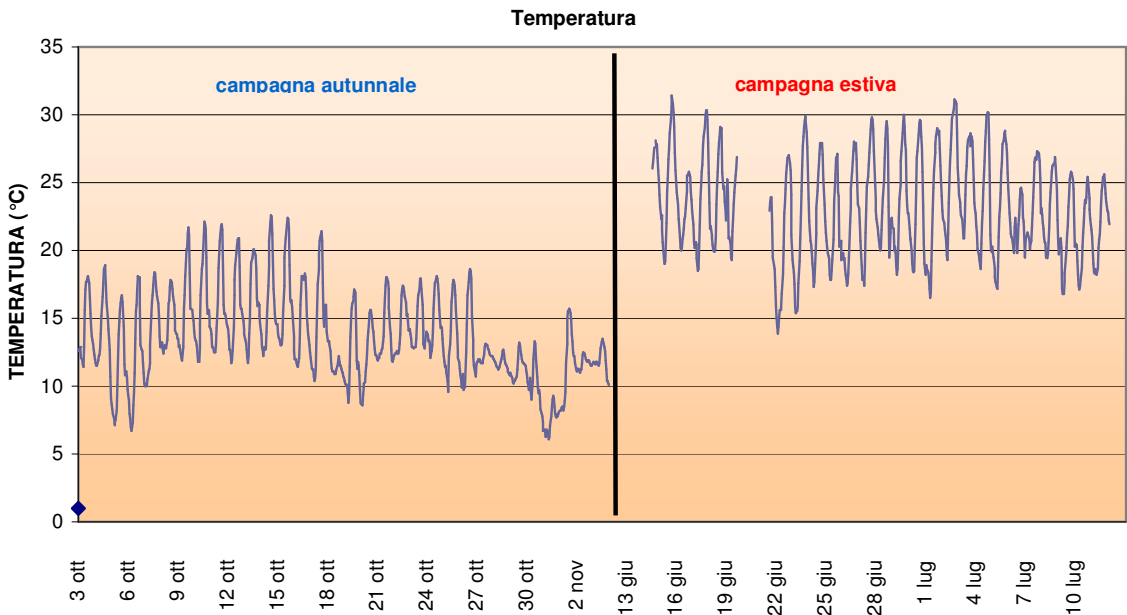
**Tabella 10** – Velocità vento (m/s)

	Autunno	Estate
Minima media giornaliera	0.4	0.6
Massima media giornaliera	3.6	2.5
Media delle medie giornaliere	0.9	1.0
Giorni validi	32	24
Percentuale giorni validi	100%	75%
Media dei valori orari	0.9	1.0
Massima media oraria	7.4	5.0
Ore valide	764	619
Percentuale ore valide	99%	81%

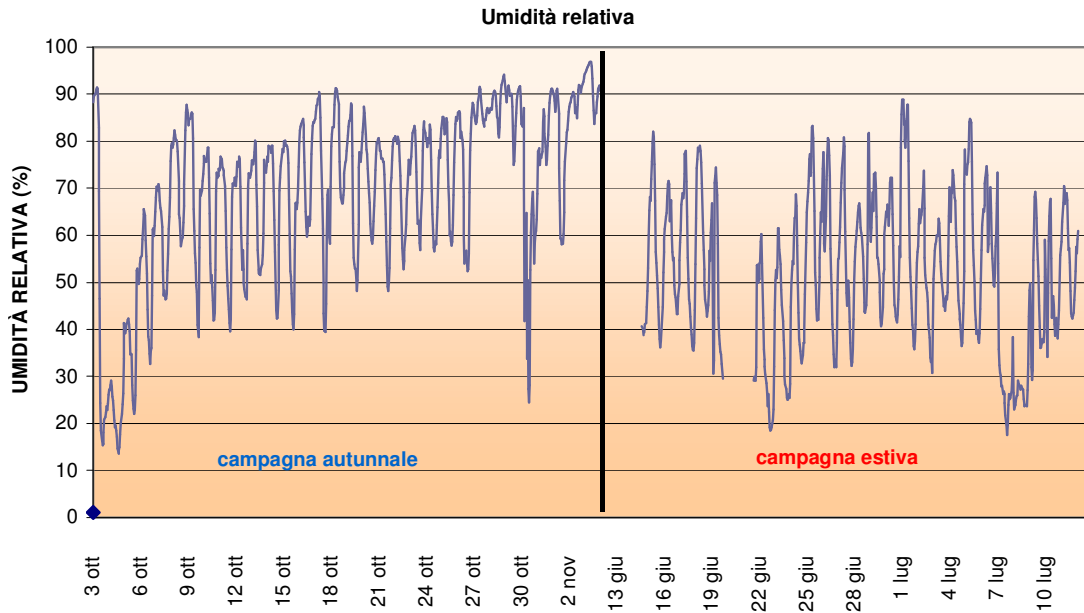
**Figura 2** – Andamento della radiazione solare globale nel corso delle due campagne di monitoraggio



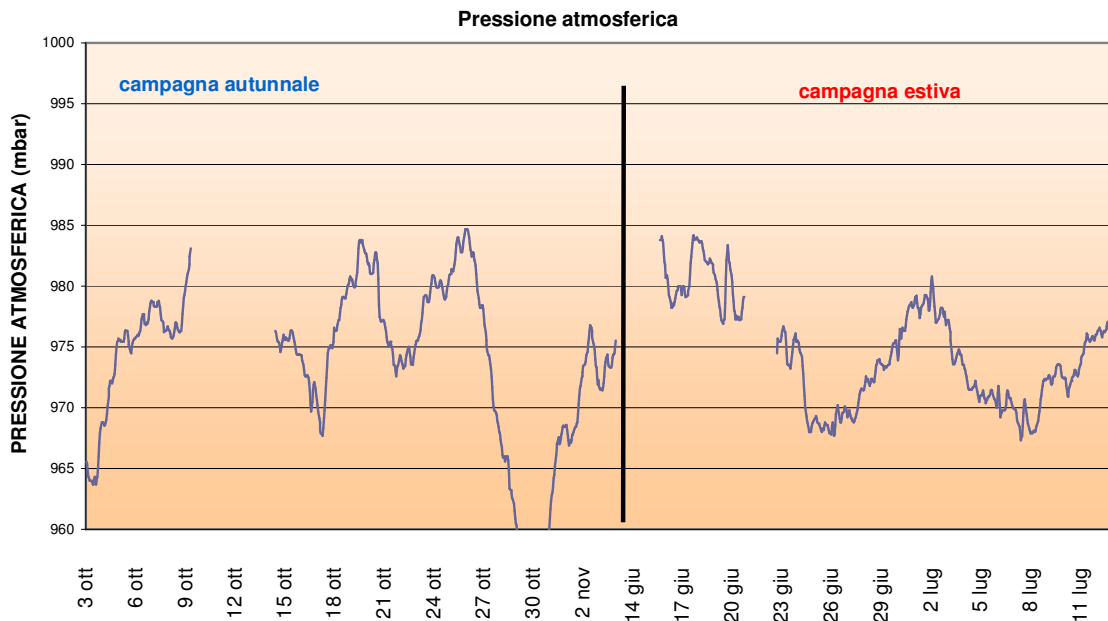
**Figura 3** – Andamento della temperatura nel corso delle due campagne di monitoraggio



**Figura 4** – Andamento dell'umidità relativa nel corso delle due campagne di monitoraggio

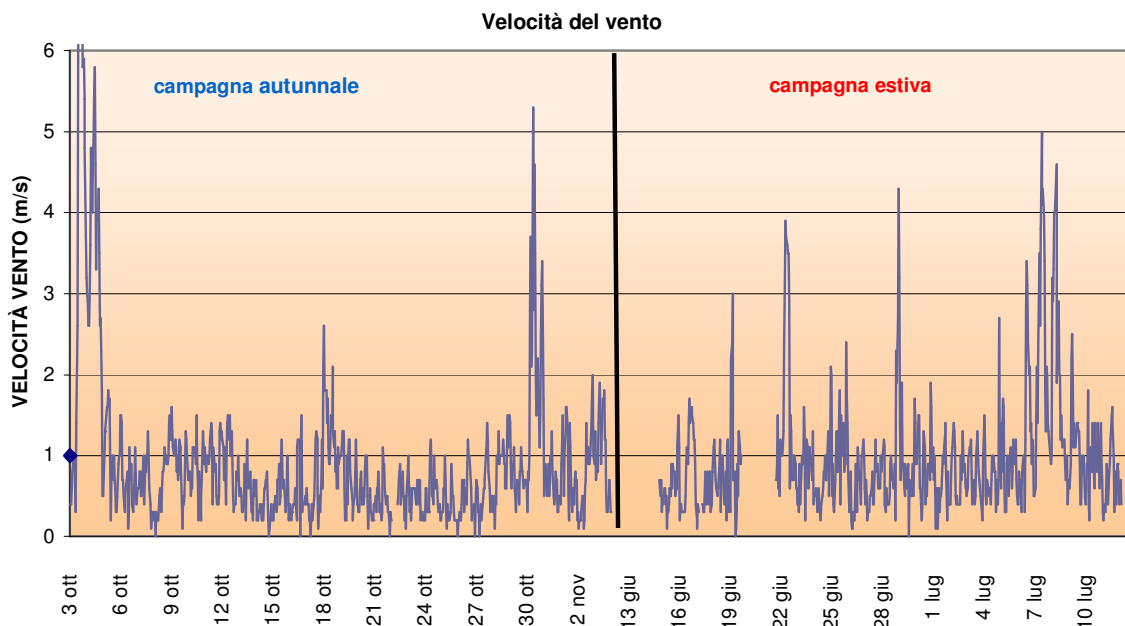


**Figura 5** – Andamento della pressione atmosferica nel corso delle due campagne di monitoraggio

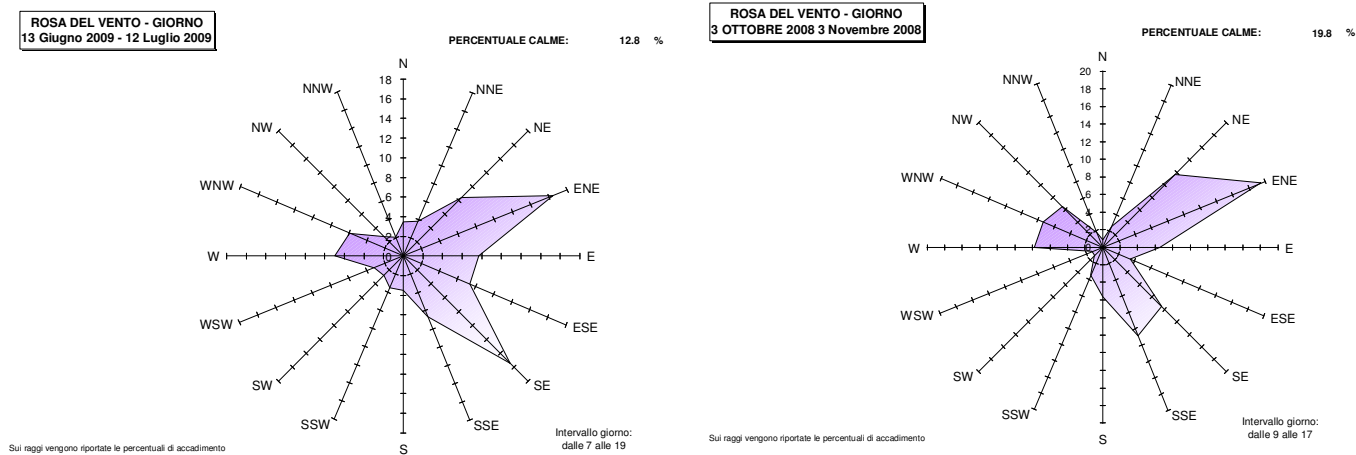




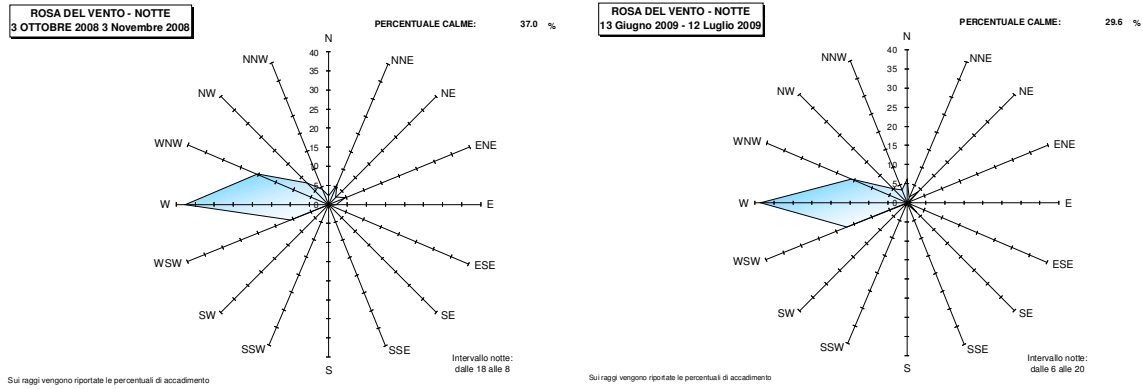
**Figura 6** – Andamento della velocità dei venti nel corso delle due campagne di monitoraggio



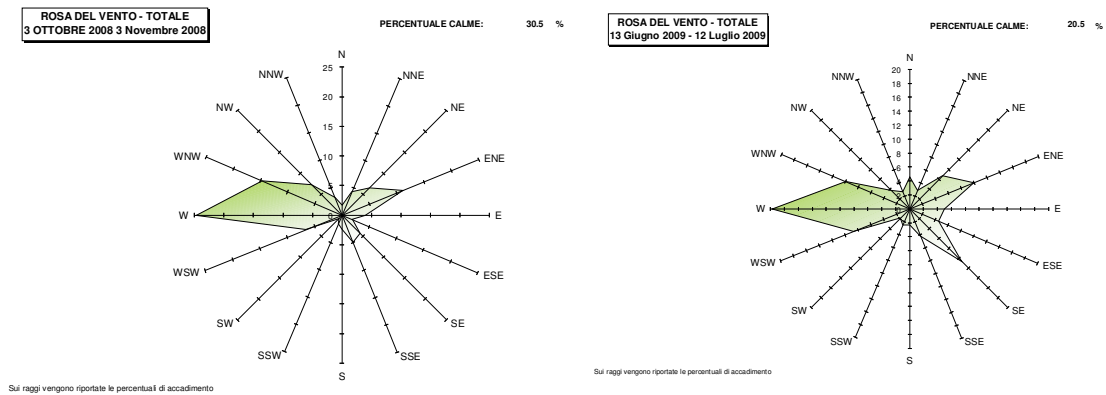
**Figura 7** – Rosa dei venti diurna nel corso delle due campagne di monitoraggio



**Figura 8** – Rosa dei venti notturna nel corso delle due campagne di monitoraggio



**Figura 9** – Rosa dei venti totale nel corso delle due campagne di monitoraggio



## ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

Nelle pagine seguenti vengono riportate le elaborazioni statistiche dei dati e i superamenti dei limiti di legge di inquinamento dell'aria registrati dagli analizzatori durante le campagne di monitoraggio nel comune di Rivoli .

Si riportano di seguito le formule chimiche degli inquinanti, utilizzate come abbreviazioni:

SO <sub>2</sub>	BIOSSIDO DI ZOLFO
NO <sub>2</sub>	BIOSSIDO DI AZOTO
NO	MONOSSIDO DI AZOTO
O <sub>3</sub>	OZONO
CO	MONOSSIDO DI CARBONIO
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	BENZENE
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	TOLUENE
PM10	PARTICOLATO SOSPESO PM10

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento di Torino (Attività Istituzionali di Produzione) e in rete sul sito "Aria Web" della Regione Piemonte all'indirizzo <http://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev/datiarea2.htm> a disposizione per elaborazioni successive e/o per eventuali richieste di trasmissione da parte degli Enti interessati.

Per ogni inquinante è stata effettuata una elaborazione grafica che permette di visualizzare, su assi concentrazione-tempo, l'andamento registrato durante il periodo di monitoraggio.

La scala adottata per l'asse delle ordinate permette di evidenziare, laddove esistenti, i superamenti dei limiti.

Nel caso in cui i valori assunti dai parametri risultino nettamente inferiori ai limiti di legge, l'espansione dell'asse y rende meno chiaro l'andamento orario delle concentrazioni. L'elaborazione oraria dettagliata è comunque disponibile presso il servizio scrivente , e può essere inviata su richiesta specifica.

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno è stato calcolato il giorno medio: questo si ottiene calcolando, per ognuna delle 24 ore che costituiscono la giornata, la media aritmetica dei valori medi orari registrati nel periodo in esame. Ad esempio il valore dell'ora 1.00 è calcolato mediando i valori di concentrazione rilevati alle ore 1.00 di ciascun giorno del periodo di monitoraggio. In grafico vengono quindi rappresentati gli andamenti medi giornalieri delle concentrazioni per ognuno degli inquinanti.. In questo modo è possibile non solo evidenziare in quali ore generalmente si verificano un incremento delle concentrazioni dei vari inquinanti, ma anche fornire informazioni sulla persistenza degli stessi durante la giornata.

### **Biossido di zolfo**

Il biossido di zolfo è un gas incolore, di odore pungente. Le principali emissioni di SO<sub>2</sub> derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (ad esempio gasolio, olio combustibile e carbone) nei quali lo zolfo è presente come impurità.

Una percentuale molto bassa di biossido di zolfo nell'aria (6-7 %) proviene dal traffico veicolare, in particolare da veicoli a motore diesel.

La concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi durante la stagione invernale a causa dell'accensione degli impianti di riscaldamento domestico non a metano.

Gli effetti del biossido di zolfo sulla salute sono rappresentati da irritazione agli occhi e alle vie respiratorie, mentre nell'ambiente, reagendo con ossigeno e molecole di acqua, contribuisce all'acidificazione delle piogge con conseguenze negative per i corpi idrici e per i beni materiali.

I dati della campagna di monitoraggio, come quelli delle altre stazioni di monitoraggio della rete di qualità dell'aria, registrano concentrazioni di biossido di zolfo molto basse.

Durante la prima campagna di monitoraggio, il massimo valore giornaliero è pari a **6 µg/m<sup>3</sup>** (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), di molto inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m<sup>3</sup>. Il valore massimo orario è pari a **13 µg/m<sup>3</sup>**, quindi ben al di sotto del livello orario per la protezione della salute di 350 µg/m<sup>3</sup>. I dati riportati in **Tabella 11** e **Figura 12** evidenziano che i limiti previsti dalla normativa non vengono mai superati.

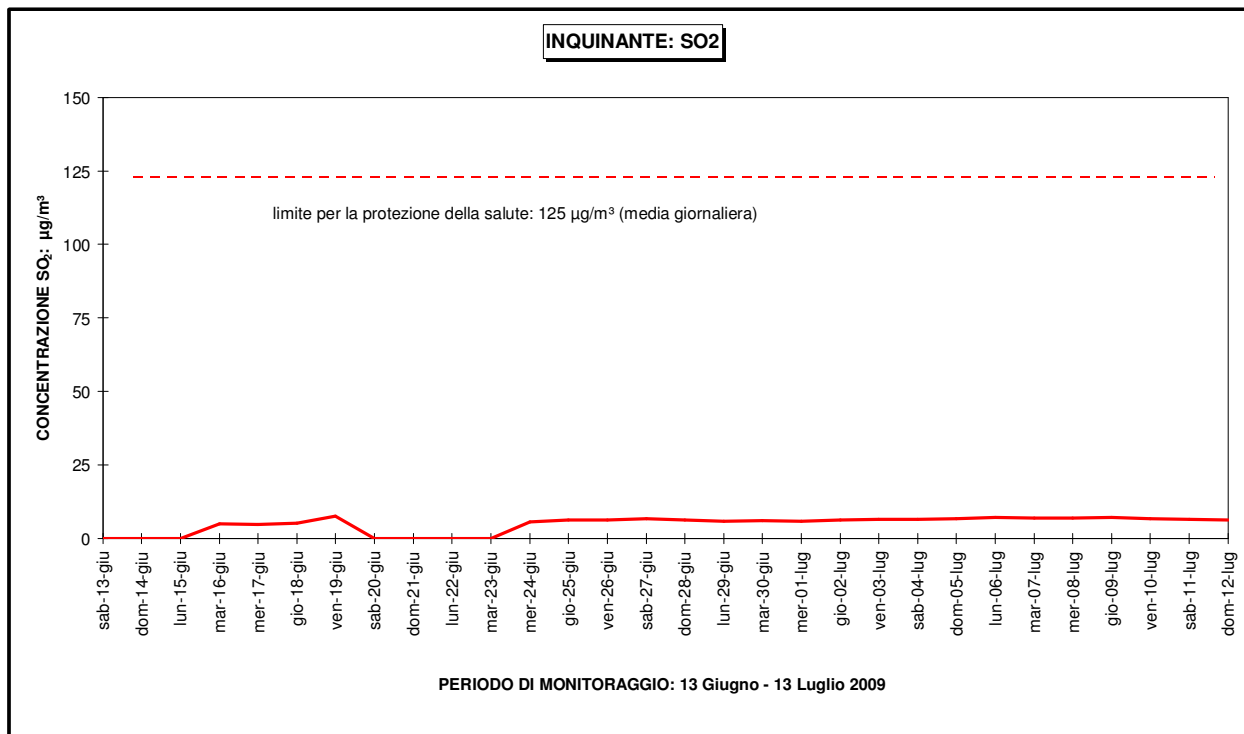
Nella seconda campagna di monitoraggio, si sono registrati dei valori nominalmente di poco superiori alla prima campagna ma che non differiscono significativamente, data l'incertezza di misura analitica su valori molto bassi, da quelli misurati nella prima campagna.

Si può concludere che questo parametro non mostra alcuna criticità, poiché le azioni a livello nazionale per la riduzione della percentuale di zolfo nei combustibili e l'utilizzo del metano per gli impianti di riscaldamento hanno dato i risultati attesi e le concentrazioni di SO<sub>2</sub> sono sempre al di sotto dei limiti. Tali risultati positivi si osservano anche a livello provinciale dai dati ottenuti con le centraline fisse di monitoraggio.

**Tabella 11:** Parametro: Biossido di Zolfo (microgrammi/ metro cubo)

SO <sub>2</sub>	Estate	Autunno
Minima media giornaliera	5	2
Massima media giornaliera	7	6
Media delle medie giornaliere	6	4
Giorni validi	22	32
Percentuale giorni validi	73%	100%
Media dei valori orari	6	4
Massima media oraria	11	13
Ore valide	545	765
Percentuale ore valide	76%	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Figura 12:** SO<sub>2</sub> confronto con il livello di protezione della salute (media giornaliera)



## **Monossido di carbonio**

È un gas inodore ed incolore che viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente.

L'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) in quanto si tratta dell'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Il traffico veicolare rappresenta la principale sorgente di CO, in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. Quando il motore del veicolo funziona al minimo, o si trova in decelerazione si producono le maggiori concentrazioni di CO in emissione.

Tale situazione è la causa dei valori relativamente elevati nelle ore di maggior traffico. Si deve comunque sottolineare che l'introduzione delle marmitte catalitiche nei primi anni '90 e l'incremento degli autoveicoli a ciclo Diesel hanno contribuito ad una costante e significativa diminuzione della concentrazione del monossido di carbonio nei gas di combustione prodotti dagli autoveicoli.

I danni maggiori dovuti a questo inquinante si osservano a carico del sistema nervoso centrale e del sistema cardiovascolare; infatti, il monossido di carbonio mostra una grande affinità con l'emoglobina presente nel sangue (circa 220 volte maggiore rispetto all'ossigeno), e la presenza di questo gas comporta un peggioramento del normale trasporto di ossigeno nei diversi distretti corporei. Nei casi peggiori con concentrazioni elevatissime di CO si può arrivare anche alla morte per asfissia.

La carbossiemoglobina, che si può formare in seguito ad inalazione del CO alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera delle nostre città, non ha effetti sulla salute di carattere irreversibile e acuto, pur essendo per sua natura, un composto estremamente stabile.

Durante la campagna di monitoraggio nel comune di Rivoli non si sono osservate criticità per questo parametro. La **Tabella 12** e la **Figura 16** evidenziano i fatti che non si sono registrati superamenti del valore di  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  che, in base al DM 60 /2002, è il limite da non superare come media di otto ore consecutive.

Tale livello non è stato raggiunto neppure come media oraria, poiché il massimo orario durante la prima campagna di monitoraggio è stato di  **$1,7 \text{ mg}/\text{m}^3$** .

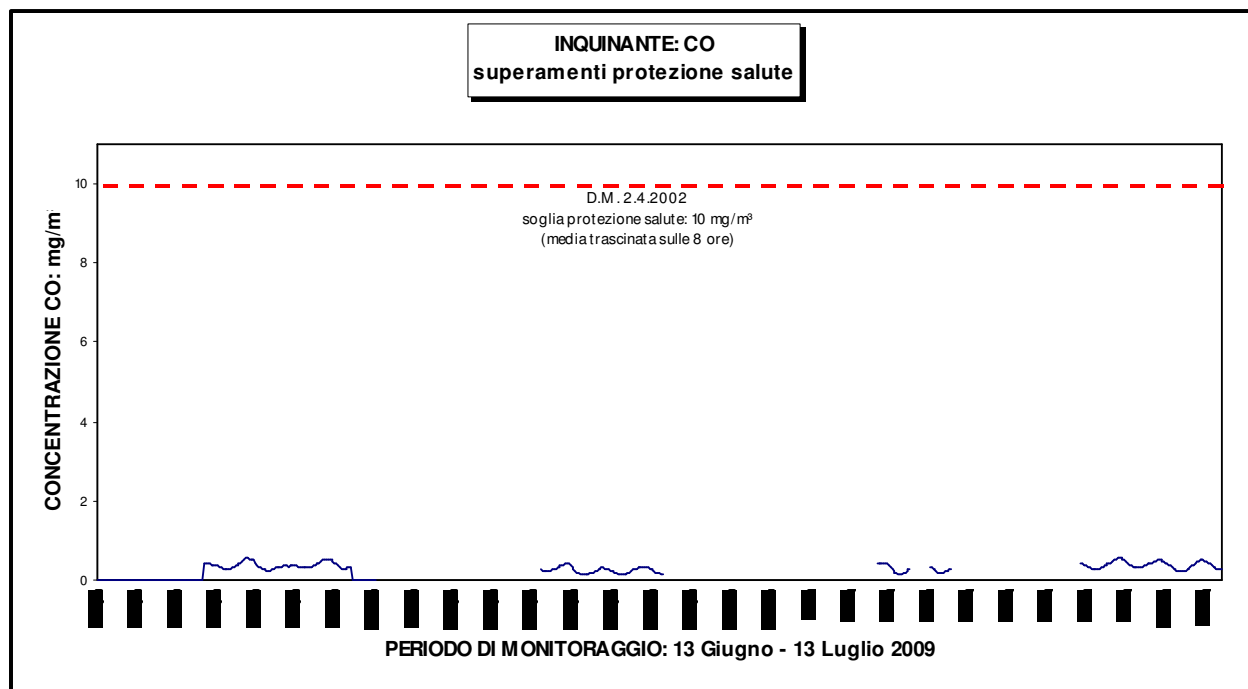
Nella seconda campagna di monitoraggio, il valore massimo orario è stato di  **$0,8 \text{ mg}/\text{m}^3$** , quindi inferiore al valore registrato nella prima campagna, come tutte le altre medie.

I valori di CO in questa seconda campagna, come ci si aspetta, sono più bassi rispetto al periodo invernale, con la media di tutti i valori pari alla metà rispetto alla prima campagna.

**Tabella 12:** Parametro: Monossido di Carbonio (milligrammi/ metro cubo)

CO	Estate	Autunno
Minima media giornaliera	0.2	0.2
Massima media giornaliera	0.4	0.9
Media delle medie giornaliere	0.3	0.6
Giorni validi	22	30
Percentuale giorni validi	73%	94%
Media dei valori orari	0.3	0.6
Massima media oraria	0.8	1.7
Ore valide	573	745
Percentuale ore valide	80%	97%
Minimo delle medie 8 ore	0.1	0.1
Media delle medie 8 ore	0.3	0.6
Massimo delle medie 8 ore	0.7	1.3
Percentuale medie 8 ore valide	78%	97%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(10)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 10)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Figura 16:** CO Confronto con il limite di legge (media trascinata su 8 ore)



Gli ossidi di azoto vengono generati da tutti i processi di combustione, qualsiasi sia il tipo di combustibile usato.

Il biossido di azoto è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di forte irraggiamento solare, ad una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti complessivamente indicate con il termine di “smog fotochimico”.

A causa di un problema di malfunzionamento dello strumento di misura, nella campagna autunnale, i valori di biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) a partire dal giorno 09/10/2008, sono stati invalidati e quindi non risulta possibile un’elaborazione statistica completa per questo inquinante in quanto il numero di dati validi disponibili non è sufficiente allo scopo. I valori di NO<sub>2</sub> nella campagna autunnale sono comunque maggiori rispetto a quella estiva

Il monossido di azoto (NO) non è considerato significativo dalla normativa per quanto riguarda la salute umana, ma viene misurato in quanto partecipa ai fenomeni di inquinamento fotochimico e si trasforma in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono.

In **Figura 21** è rappresentato l’andamento delle medie orarie di monossido di azoto nel sito di misura durante le due campagne di monitoraggio.

Come si vede chiaramente, nella campagna autunnale i valori di NO sono nettamente superiori rispetto alla campagna estiva; il monossido di azoto è infatti un inquinante primario la cui concentrazione è modulata dalle condizioni di stabilità atmosferica, che sono più critiche nei mesi freddi dell’anno

In **Figura 19** sono riportate le medie annuali delle centraline della provincia di Torino, nel 2008, la centralina di Rivoli evidenziata in rosso, serve come riferimento per capire quale sia il livello d’inquinamento da NO<sub>2</sub> rispetto alle altre centraline della provincia.

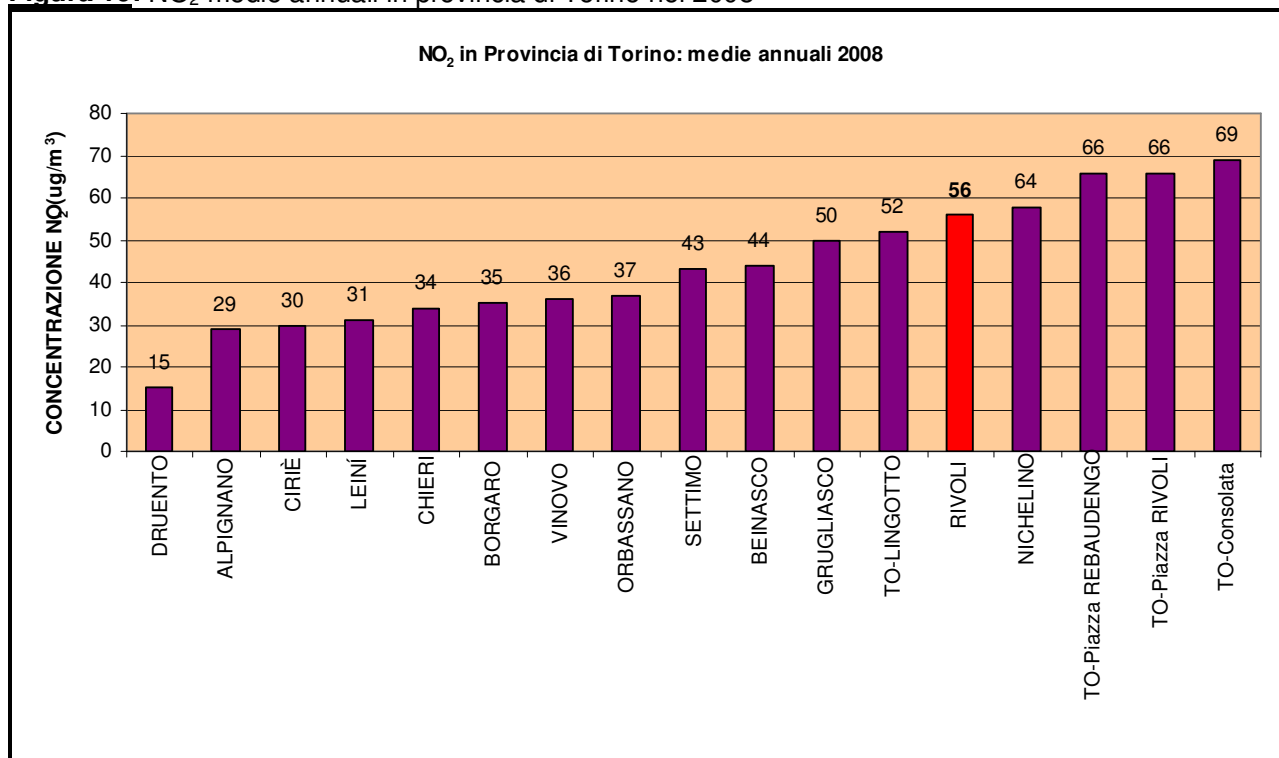
Come già evidenziato nella prima relazione, i valori di monossido di azoto registrati dalla centralina fissa di Rivoli sita in C.so Francia, sono confrontabili con la campagna effettuata con il MobiLab; verosimilmente possiamo quindi dire che i valori registrati in questa stazione, sono simili a quelli misurati in una ipotetica campagna annuale effettuata con il MobiLab.



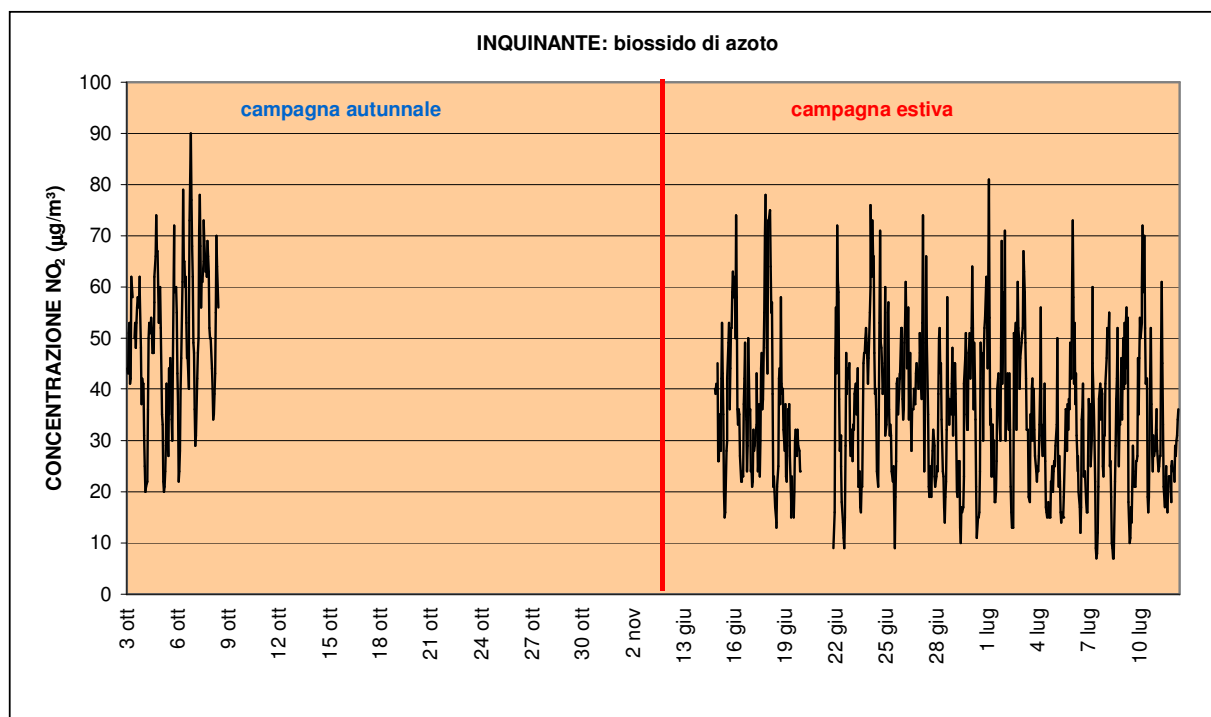
**Tabella 12** Parametro: Biossido di Azoto (microgrammi/ metro cubo)

NO2	Estate	Autunno
Minima media giornaliera	24	24
Massima media giornaliera	47	57
Media delle medie giornaliere	36	43
Giorni validi	24	8
Percentuale giorni validi	80%	25%
Media dei valori orari	35	41
Massima media oraria	81	90
Ore valide	614	200
Percentuale ore valide	85%	26%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Figura 19:** NO<sub>2</sub> medie annuali in provincia di Torino nel 2008



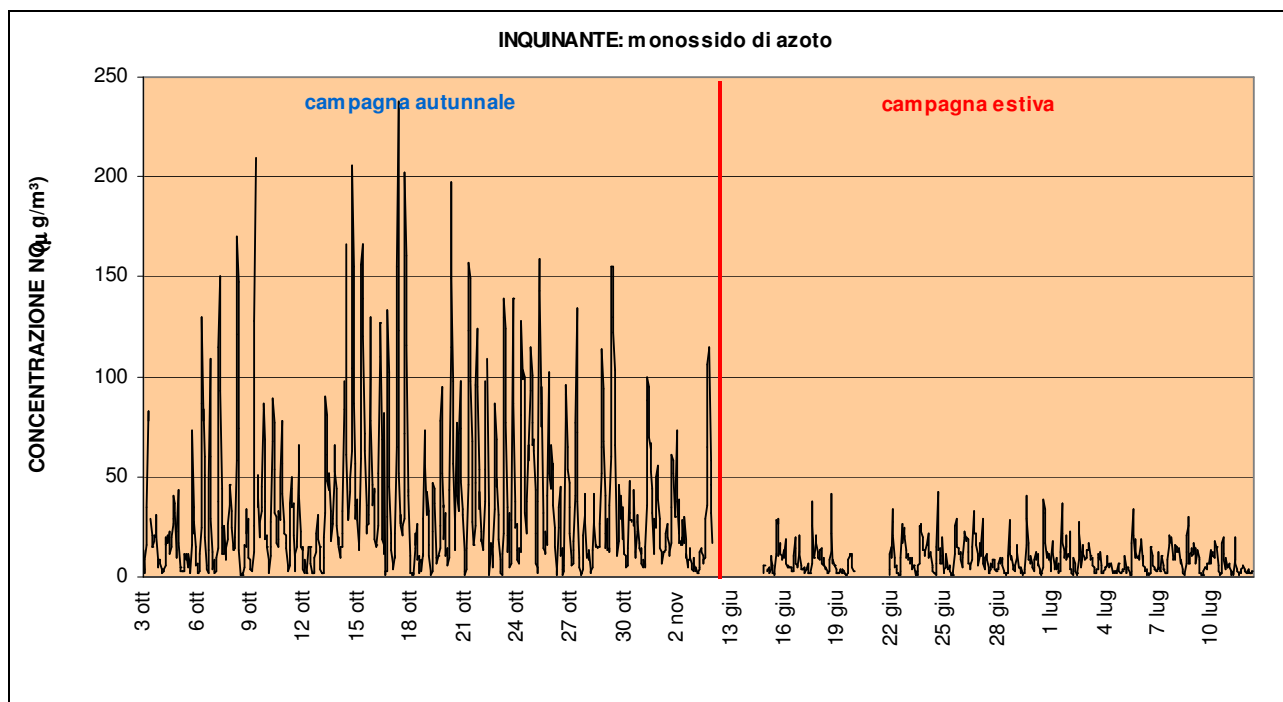
**Figura 20:** NO<sub>2</sub> medie orarie nel corso delle due campagne



**Tabella 13** Parametro: Monossido di Azoto (microgrammi/ metro cubo)

NO	Estate	Autunno
Minima media giornaliera	3	11
Massima media giornaliera	13	64
Media delle medie giornaliere	9	36
Giorni validi	24	32
Percentuale giorni validi	80%	100%
Media dei valori orari	9	36
Massima media oraria	42	238
Ore valide	613	761
Percentuale ore valide	85%	99%

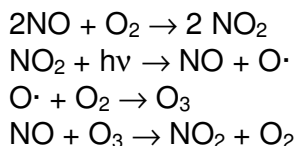
**Figura 21:** NO medie orarie nel corso delle due campagne



L'ozono è un gas con elevato potere ossidante, di odore pungente che ad alte concentrazioni ha una colorazione blu.

La presenza di questo gas nella stratosfera (tra 30 e 50 chilometri dal suolo) costituisce uno strato protettivo per la troposfera dalle radiazioni ultraviolette emesse dal sole, mentre al livello del suolo risulta nocivo, in quanto provoca irritazioni alle vie respiratorie, bruciore agli occhi e danni alla vegetazione.

L'ozono è un inquinante non direttamente emesso da una fonte antropica, ma si genera in atmosfera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite da un intenso irraggiamento solare e da elevate temperature) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e i composti organici volatili (V.O.C.). In forma semplificata, si possono riassumere nel modo seguente, le reazioni coinvolte nella formazione di questo inquinante:



Il coinvolgimento degli ossidi di azoto nella formazione dell'ozono è particolarmente evidente dagli andamenti del giorno medio di NO, NO<sub>2</sub> ed O<sub>3</sub> riportati in dagli andamenti orari riuniti per i tre inquinanti. Nel periodo di rilevamento durante le ore mattutine le concentrazioni di NO e NO<sub>2</sub> aumentano, mentre nelle ore pomeridiane, caratterizzate da intenso irraggiamento solare ed elevate temperature, NO e NO<sub>2</sub> partecipano alla formazione di O<sub>3</sub>, per cui in queste ore si hanno i valori minimi di NO e NO<sub>2</sub> ed i massimi di ozono.

In **Figura 22** sono riportati gli andamenti orari dell'ozono rispetto alla temperatura. Dal grafico emerge come l'andamento dell'ozono sia correlato statisticamente con la temperatura. La figura evidenzia inoltre la netta differenza tra la campagna autunnale e quella estiva, con valori più bassi nella prima a causa del minore irraggiamento solare

Dalla **Tabella 16** si può notare come la media dei valori della campagna estiva risulti maggiore del doppio della media della campagna autunnale, con 1 superamento del livello informazione (180 µg/m<sup>3</sup>) e 32 superamenti del livello protezione della salute su medie 8 ore (120 µg/m<sup>3</sup>).

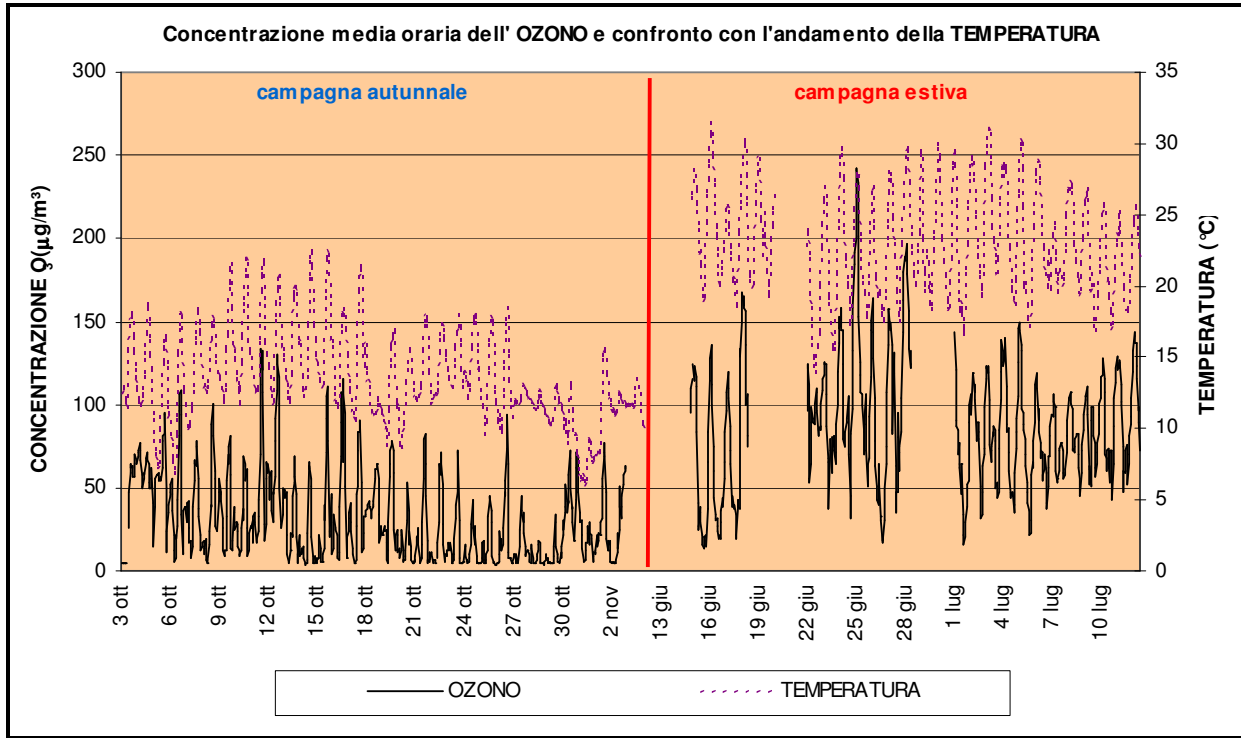
In **Figura 26**, come si può notare, i valori misurati dalla campagna di monitoraggio, sono simili a quelli misurati dalle centraline fisse della rete provinciale come Borgaro e Pinerolo; possiamo quindi affermare che il sito in esame mostra le criticità tipiche del territorio provinciale

Va sottolineato che, in relazione ai meccanismi di formazione, i valori di ozono più elevati si raggiungono, a differenza degli altri inquinanti atmosferici, nei mesi estivi in quanto caratterizzati da un irraggiamento solare maggiore.

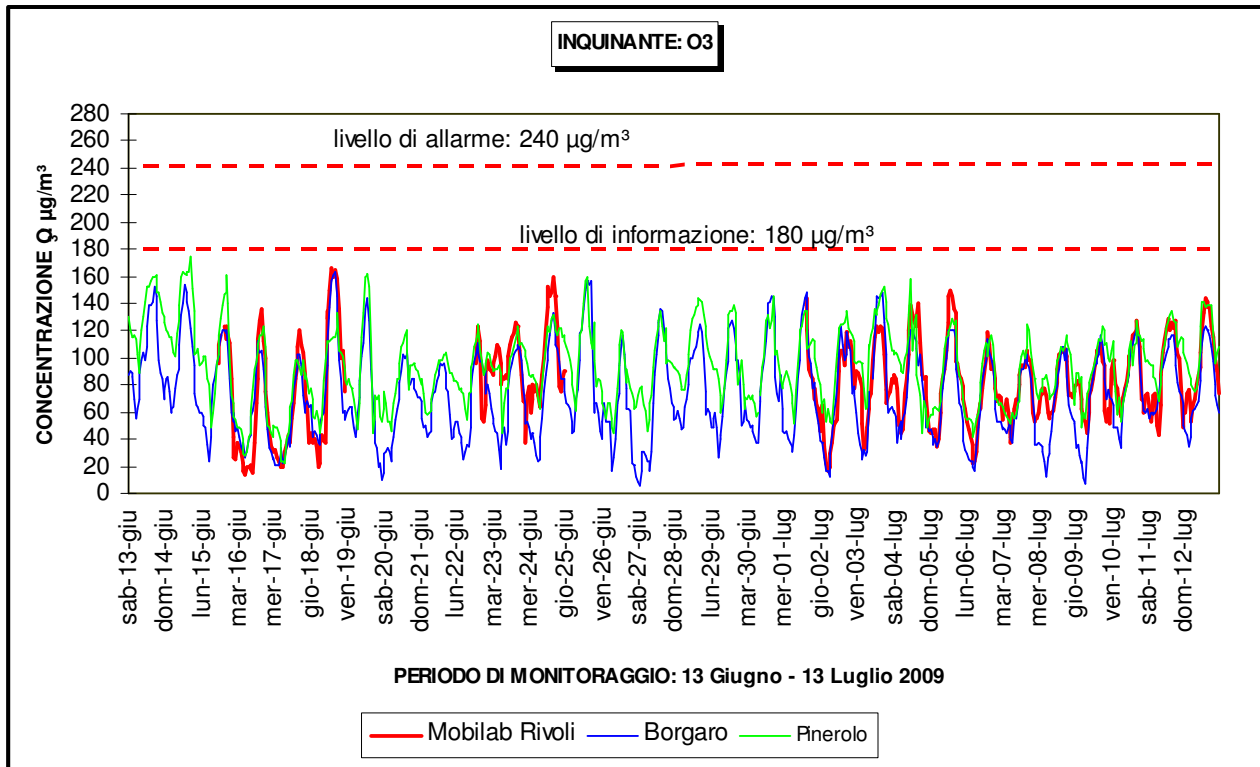
**Tabella 16:** Parametro Ozono (microgrammi/ metro cubo)

Parametro: Ozono (O3)	Estate	Autunno
Minima media giornaliera	47	8
Massima media giornaliera	97	64
Media delle medie giornaliere	79	32
Giorni validi	17	31
Percentuale giorni validi	57%	97%
Media dei valori orari	78	32
Massima media oraria	199	134
Ore valide	454	739
Percentuale ore valide	63%	96%
Minimo medie 8 ore	15	4
Media delle medie 8 ore	78	32
Massimo medie 8 ore	155	101
Percentuale medie 8 ore valide	62%	96%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	<b>32</b>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; {0})</u>	<b>7</b>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	<b>1</b>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	<b>1</b>	<b>0</b>
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>

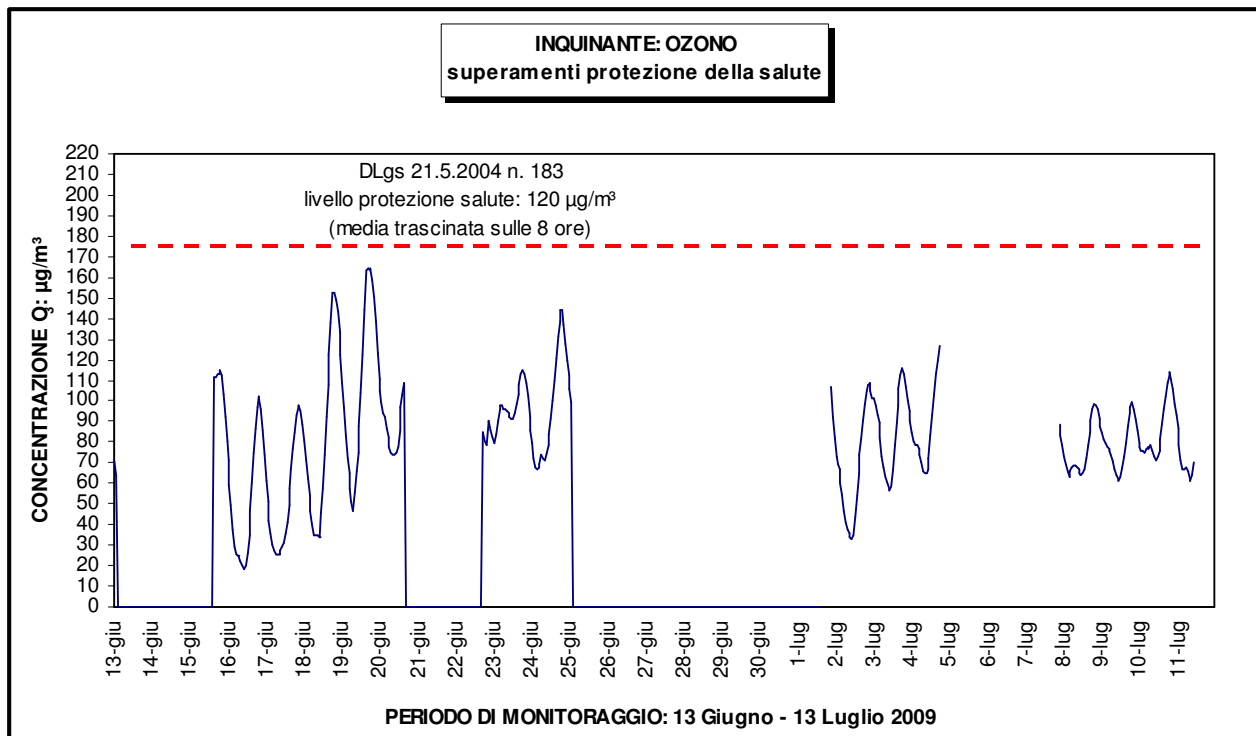
**Figura 22:** Andamento orario dell'ozono rispetto alla temperatura dell'aria nel corso delle due campagne



**Figura 26:**  $\text{O}_3$  (medie orarie) confronto con i limiti di legge, livello di informazione, livello di allarme e con i dati della centralina di Druento "La Mandria" e Torino Lingotto



**Figura 27:** O<sub>3</sub> confronto con il livello di protezione salute umana (media trascinata sulle 8 ore)



### ***Benzene e Toluene***

Il benzene presente in atmosfera viene prodotto dall'attività umana, in particolare dall'uso del petrolio, degli oli minerali e dei loro derivati.

La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina; stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene.

Il benzene è presente nelle benzine come tale e si produce, inoltre, durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici. La normativa italiana in vigore fissa, a partire dal 1 luglio 1998, il tenore massimo di benzene nelle benzine all'uno per cento.

L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di benzene è il microgrammo al metro cubo (µg/m<sup>3</sup>).

Il benzene è una sostanza classificata:

- dalla Comunità Europea come cancerogeno di categoria 1, R45;
- dalla I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo) ;

- dalla A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) in classe A1 (cancerogeno accertato per l'uomo).

Studi di mutagenesi evidenziano inoltre che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule.

Con esposizione a concentrazioni elevate, superiori a milioni di ppb, si osservano danni acuti al midollo osseo.

Una esposizione cronica può provocare la leucemia (casi di questo genere sono stati riscontrati in lavoratori dell'industria manifatturiera, dell'industria della gomma e dell'industria petrolifera). Stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che, a fronte di un'esposizione a  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di benzene per l'intera vita, quattro persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia.

Per quanto riguarda il toluene la normativa italiana non prevede alcun limite, ma le linee guida del 2000 dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) consigliano un valore guida di  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media settimanale.

Gli effetti del toluene sono stati studiati soprattutto in relazione all'esposizione lavorativa e sono stati dimostrati casi di disfunzioni del sistema nervoso centrale, ritardi nello sviluppo e anomalie congenite, oltre a sbilanci ormonali in donne e uomini.

La normativa vigente (D.M.60 del 2/4/2002) prevede per il benzene un valore limite annuale di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da raggiungere entro il 2010.

Poiché i mesi freddi sono quelli in cui si rilevano le concentrazioni più elevate per questo inquinante, è presumibile che il valore limite annuale nel sito in esame sia rispettato.

Dalla **Tabella 17** si può vedere chiaramente come la concentrazione media rilevata durante la campagna estiva, risulta essere quasi la metà del valore misurato nella campagna autunnale, dalla **Figura 28** risulta graficamente molto evidente tale differenza tra le due campagne.

Anche il toluene registra valori medi nelle due campagne, con le stesse proporzioni del benzene, con qualche picco giornaliero alto, vedi **Tabella 18** e **Figura 29**.

I valori di toluene, risultano ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS con una massima media giornaliera di  $18,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , registrata nella campagna autunnale.



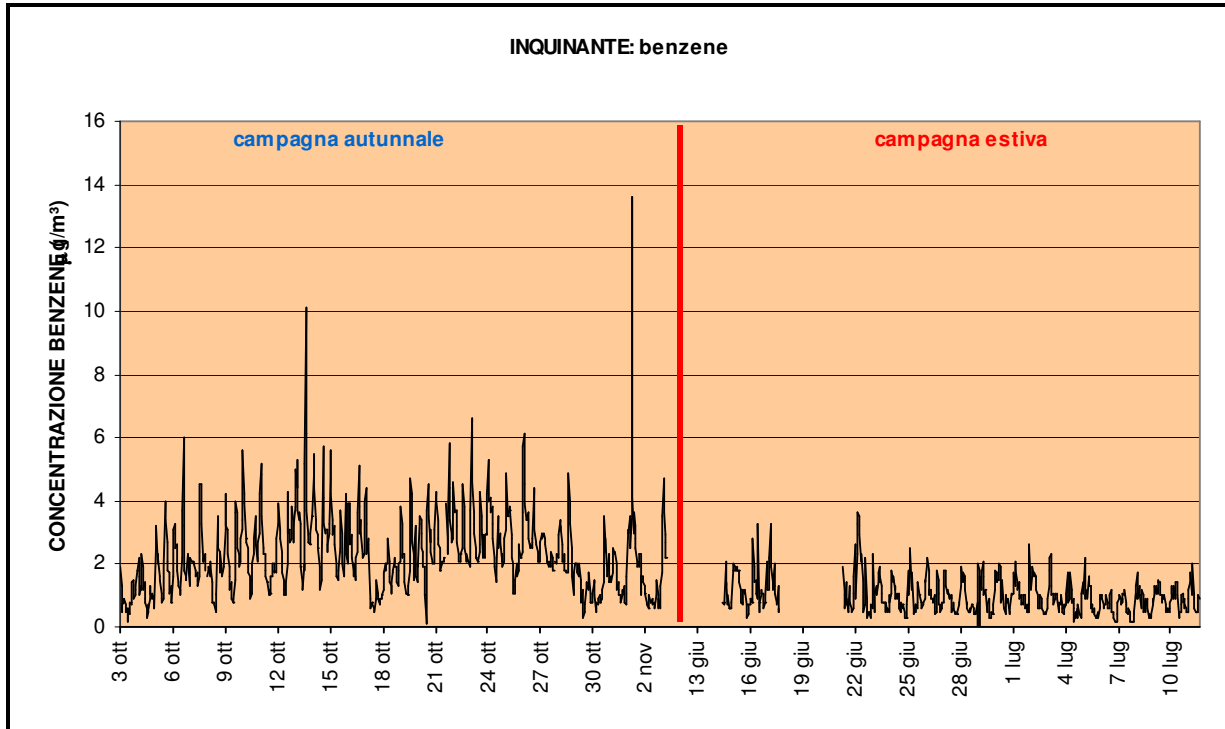
**Tabella 17** Parametro: Benzene (microgrammi/ metro cubo)

<b>Benzene</b>	<b>Estate</b>	<b>Autunno</b>
Minima media giornaliera	0.7	1.0
Massima media giornaliera	1.6	3.5
Media delle medie giornaliere	1.0	2.3
Giorni validi	23	32
Percentuale giorni validi	77%	100%
Media dei valori orari	1.0	2.3
Massima media oraria	3.6	13.6
Ore valide	567	762
Percentuale ore valide	79%	99%

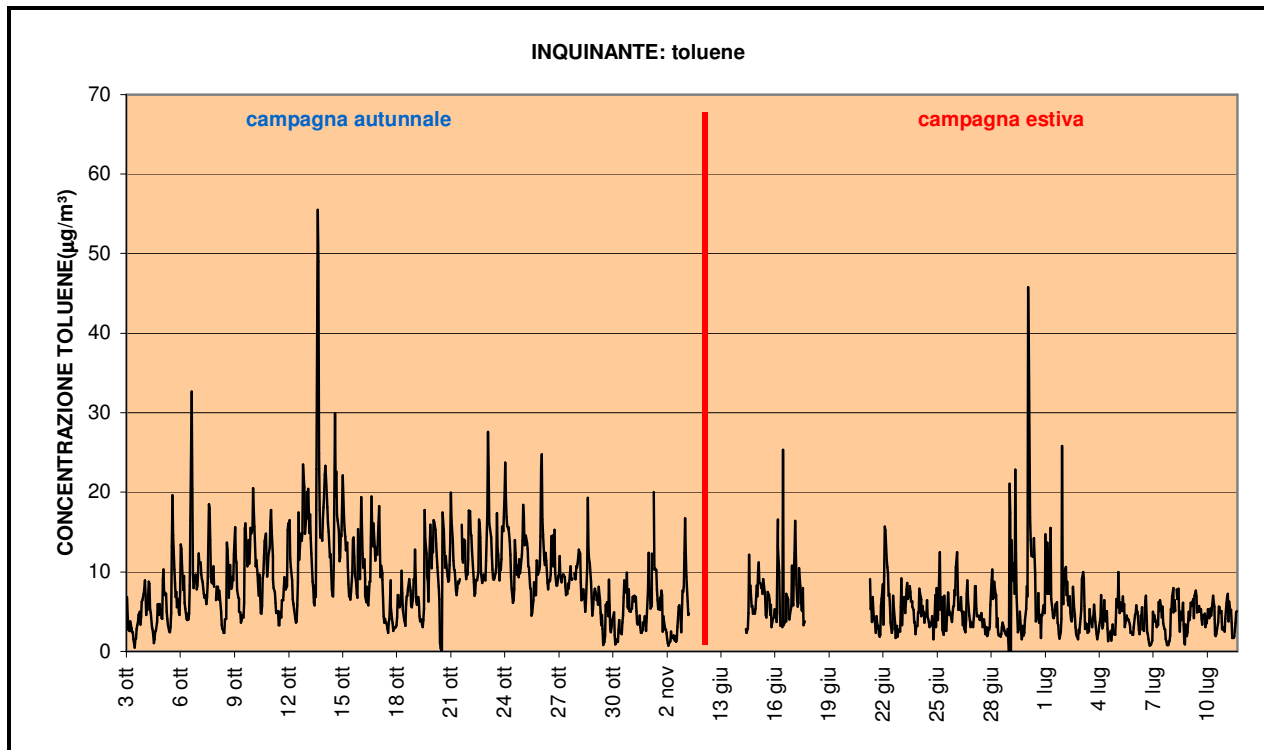
**Tabella 18** Parametro: Toluene (microgrammi/ metro cubo)

<b>Toluene</b>	<b>Estate</b>	<b>Autunno</b>
Minima media giornaliera	3.4	3.7
Massima media giornaliera	10.1	18.3
Media delle medie giornaliere	5.4	9.4
Giorni validi	23	32
Percentuale giorni validi	77%	100%
Media dei valori orari	5.4	9.4
Massima media oraria	45.8	103.1
Ore valide	565	762
Percentuale ore valide	78%	99%

**Figura 28:** Medie orarie di Benzene nel corso delle due campagne



**Figura 29:** Medie orarie di Toluene nel corso delle due campagne



## Particolato Sospeso (PM10)

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria.

La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali ecc..

Nelle aree urbane il materiale può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel.

Il rischio sanitario legato a questo tipo di inquinamento dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalle dimensioni delle particelle stesse; infatti le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Diversi studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra la concentrazioni di polveri nell'aria e la manifestazioni di malattie croniche alle vie respiratorie, a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano e che possono essere rilasciate negli alveoli polmonari.

La legislazione italiana, recependo quella europea, non ha più posto limiti per il particolato sospeso totale (PTS), ma con il DM 60/2000 ha previsto dei limiti esclusivamente per il particolato PM10, cioè la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10  $\mu\text{m}$ , più pericolosa in quanto può raggiungere facilmente trachea e bronchi. Il DM 60/2002 ha inoltre indicato che venga misurata la concentrazione di polveri con diametro aerodinamico inferiore ai 2,5  $\mu\text{m}$  (PM2,5), per il quale attualmente non sono ancora previsti dei limiti normativi.

Nel corso della campagna autunnale di monitoraggio questo inquinante ha mostrato una significativa criticità, mentre nella campagna estiva, non c'è stato nessun superamento dei limiti di protezione della salute.

Nel sito di Rivoli durante la campagna autunnale ci sono stati 16 superamenti del livello giornaliero di protezione della salute (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), pari al 50% dei valori validi, tale situazione critica è comune a gran parte del territorio provinciale, compresi siti non caratterizzati direttamente da fonti primarie di emissione, come ad esempio la stazione di Druento che è posizionata all'interno del parco La Mandria. La frazione più fine del particolato atmosferico mostra infatti un comportamento assimilabile a quella di un gas, per cui la diffusione può avvenire in zone anche molto lontane rispetto alle fonti, e in condizioni meteo-climatiche sfavorevoli, tipiche dei mesi freddi, si osservano fenomeni di accumulo. Inoltre la formazione della componente secondaria del particolato, come tutti i fenomeni fotochimici, interessa ampie zone del territorio.

L'insieme di questi fenomeni fa sì che stazioni anche relativamente lontane abbiano concentrazioni di PM10 confrontabili e con andamento temporale molto simile.

La situazione di criticità evidenziata per il PM10 non è quindi caratteristica del sito in esame ma coinvolge gran parte del territorio provinciale in quanto è legata alle condizioni

meteorologiche di stabilità atmosferica molto frequenti dei mesi freddi dell'anno in tutta la pianura padana.

La campagna estiva, come detto prima, non mostra nessun superamento, in quanto nei mesi caldi le condizioni meteorologiche sono più favorevoli alla dispersione degli inquinanti, come testimonia il fatto che nello stesso periodo anche le altre centraline della provincia di Torino non hanno presentato superamenti, con l'eccezione nella stazione di punta di Torino Grassi, che comunque presenta una percentuale di giorni di superamento modesta, (3%).

Come si vede dalla **Figura 33**, nel periodo della campagna autunnale, il sito di monitoraggio si colloca circa a metà come numero di superamenti, rispetto alla rete provinciale di monitoraggio di Torino, nella campagna estiva non si è registrato nessun superamento.

In **Figura 34**, si può constatare la netta differenza tra la campagna autunnale e quella estiva, dove quest'ultima non si avvicina neanche al limite dei 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

In **Figura 35**, si nota dall'andamento delle medie durante la campagna autunnale, il sito si colloca a circa la metà tra le centraline di monitoraggio della rete provinciale di Torino, come visto anche dalla **Figura 33**.

Dati i valori di concentrazione e il numero di superamenti rilevati su tutto il territorio provinciale e dati gli obiettivi imposti dal DM 60/2000, vale a dire:

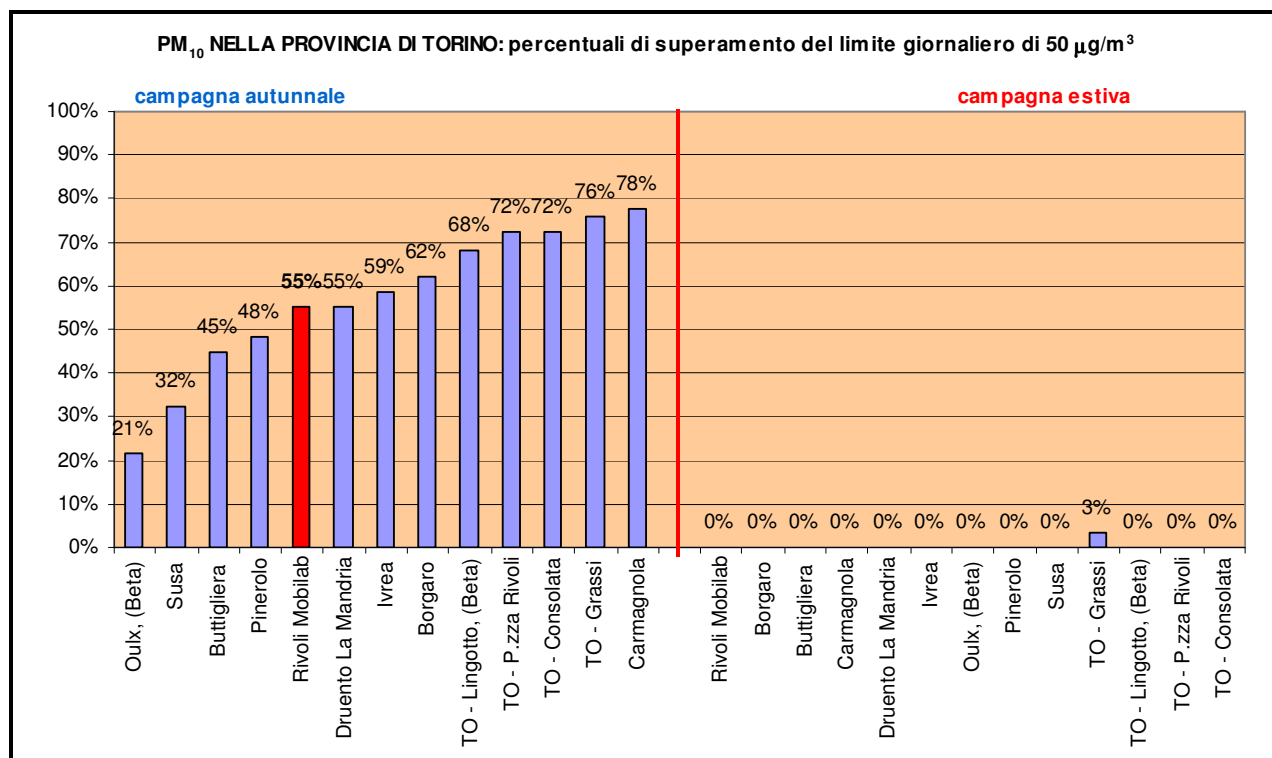
- entro il 2005 un numero massimo di superamenti per tutto l'anno pari a 35, e valore limite annuale di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- entro il 2010 un numero massimo di superamenti per tutto l'anno pari a 7, e valore limite annuale di 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;

risultano indispensabili interventi strutturali a livello provinciale e regionale per la riduzione delle fonti di particolato primario e dei precursori del particolato secondario; tuttavia qualunque intervento anche a livello locale, che si inquadri in tale strategia darà un contributo importante per ottenere gli obiettivi indicati.

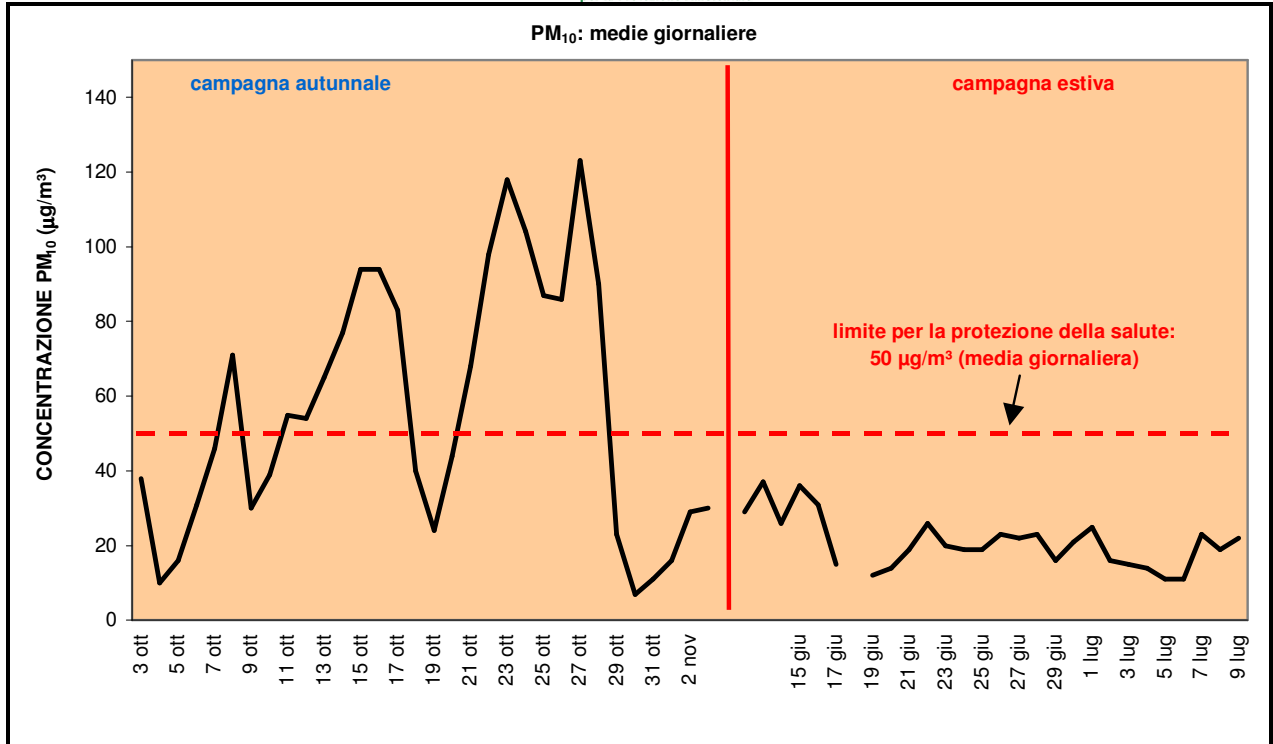
**Tabella 19:** Parametro: Polveri PM10 - Basso Volume (microgrammi/ metro cubo)

PM10	Estate	Autunno
Minima media giornaliera	11	7
Massima media giornaliera	37	123
Media delle medie giornaliere	21	56
Giorni validi	27	32
Percentuale giorni validi	90%	100%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	0	16

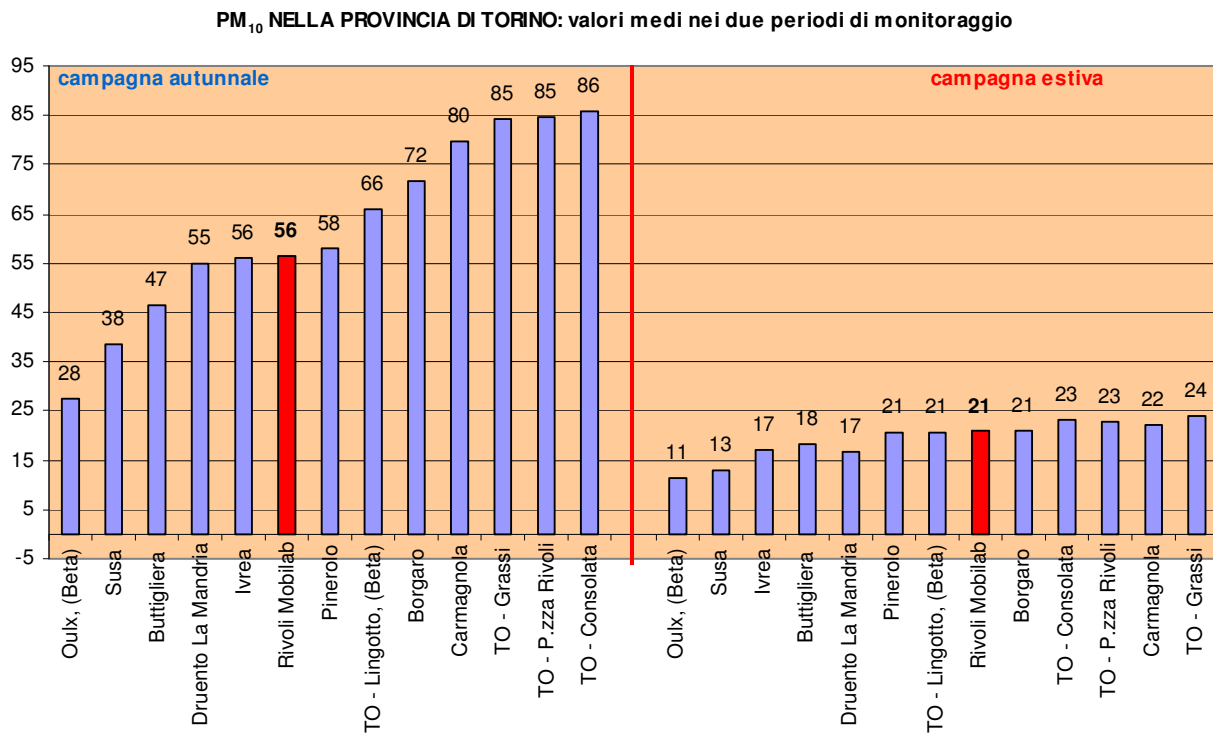
**Figura 33:** Percentuali di superamento del limite giornaliero per la protezione della salute nella provincia di Torino durante la campagna di rilevamento, nel corso delle due campagne



**Figura 34:** Andamento del PM10 nel corso delle due campagne



**Figura 35:** Andamento delle medie di PM<sub>10</sub>, nei due periodi di monitoraggio.



## CONCLUSIONI

Al termine delle due campagne di monitoraggio è possibile effettuare alcune considerazioni generali sulla qualità dell'aria nel sito in esame.

Durante la campagna autunnale l'unica criticità osservata riguarda il parametro delle polveri PM10, per il quale il superamento del valore limite giornaliero è avvenuto nel 50% delle giornate valide (16 giorni di superamento su un totale di 32); da questo punto di vista il sito di monitoraggio di C.so Susa si colloca a valori intermedi, sul territorio provinciale, tra le stazioni più critiche e quelle di fondo (figura 35). I dati rilevati presentano lo stesso andamento temporale delle due stazioni fisse più vicine (Torino P.zza Rivoli e Buttigliera Alta) con valori confrontabili a quelli di Buttigliera Alta e mediamente inferiori a quelli di Piazza Rivoli a Torino.

Sono inoltre rispettati i valori limite per la protezione della salute umana per il biossido di zolfo, il monossido di carbonio, l'ozono ed il benzene. Gli andamenti del giorno medio degli inquinanti di origine primaria o mista (ossidi di azoto, monossido di carbonio, benzene), che sono riportati nella relazione preliminare trasmessa dopo la prima campagna, evidenziano che i valori massimi si rilevano nelle ore di maggiore traffico, ad indicare che la fonte prevalente di inquinamento atmosferico nel sito in esame è costituita dalle emissioni degli autoveicoli.

Durante la campagna estiva, l'unica criticità, come è prevedibile, è data dall'inquinante ozono, con 1 superamento del livello informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e 32 superamenti del livello della protezione della salute umana di ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Anche questa situazione è comune nei mesi caldi dell'anno a gran parte del territorio provinciale.

Valori inferiori, rispetto alla campagna autunnale, sono stati rilevati da inquinanti come il biossido di azoto e monossido di azoto, benzene, toluene, monossido di carbonio e PM10.

Nel complesso le criticità rilevate durante le campagne di monitoraggio nel sito di C.so Susa rispecchiano quelle osservate in siti simili della provincia, come ad esempio la stazione fissa di Rivoli ubicata nei pressi di C.so Francia, in P.zza Togliatti.

• **Biossido di zolfo** **API 100E**

Analizzatore a fluorescenza classificato da EPA (U.S. Environmental Protection Agency) per la misura della concentrazione di SO<sub>2</sub> nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 2000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità < 1 ppb.

• **Ossidi di azoto** **MONITOR EUROPE ML 9841B**

Analizzatore reazione di chemiluminescenza classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di NO/NO<sub>x</sub>.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità : 0.5 ppb.

• **Ozono** **MONITOR EUROPE ML 9810B**

Analizzatore ad assorbimento ultravioletto classificato da EPA per la misura delle concentrazioni di O<sub>3</sub> nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20 ppm;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.001 ppm.

• **Monossido di carbonio** **API A300**

Analizzatore a filtro a correzione di gas classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di CO nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 200 ppm;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.1 ppm.

• **Particolato sospeso PM10** **TECORA CHARLIE AIR GUARD PM**

Campionatore di particolato sospeso PM10; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm in aria ambiente, con testa di prelievo EPA.

Analisi gravimetrica su filtri in fibra di vetro EDEROL di diametro 47 mm.

• **Stazione meteorologica** **LASTEM**

Stazione completa per la misura dei seguenti parametri: velocità e direzione vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare.

• **Benzene, Toluene, Xileni** **SINTECH SPECTRAS CG 855 serie 600**

Gasromatografo con doppia colonna, sistema di rilevazione PID (fotoionizzazione)

- ✓ Campo di misura benzene: 0 ÷ 324 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Campo di misura toluene: 0 ÷ 766 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Campo di misura xileni : 0 ÷ 442 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Campo di misura etilbenzene : 0 ÷ 441 µg/m<sup>3</sup>Dr. Enrico Garrou